

CAHIER DU LAMSADE

Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la Décision
(Université Paris-Dauphine)

Unité de Recherche Associée au CNRS n° 825

INTÉRÊT DES MÉTHODES MULTICRITÈRES POUR L'AIDE À LA DÉCISION CONCERNANT LES INVESTISSEMENTS EN MATIÈRE D'INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS

CAHIER N° 124

juin 1994

2e édition révisée : octobre 1994

Bernard ROY ¹
Henri HASSAN ¹

reçu : octobre 1994.

¹ LAMSADE, Université Paris-Dauphine, Place du Maréchal De Lattre de Tassigny, F-75775 Paris Cedex 16.

Sommaire

	Abstract - Résumé	I
1	Généralités	1
1.1	Quel est l'objet de l'aide à la décision ?	1
1.2	Sur quoi fonder l'aide à la décision ?	1
1.2.1	Effets directs	1
1.2.2	Effets indirects	1
1.3	Qu'appelle t-on un critère ?	2
1.4	Comment guider la décision ?	2
1.4.1	L'approche monocritère	2
1.4.2	L'approche multicritère	2
2	Démarche coûts-avantages (CA) / Démarche multicritère (MC)	3
	Quelques différences fondamentales	
2.1	Objectifs de la démarche	3
2.2	Monétarisation Quantification	3
2.3	Pondération	4
2.4	Prise en compte du caractère imparfait de l'information	5
2.5	Problème de l'actualisation	6
3	Quelques aspects de l'aide multicritère à la décision	7
3.1	Quelques points-clés pour la mise au point d'une méthode	7
3.1.1	Définir une famille cohérente de critères	7
3.1.2	Préciser le mode de prise en compte des éléments d'incertitude, d'imprécision et d'indétermination	7
3.1.3	Choisir la procédure d'agrégation multicritère (PAMC)	7
3.1.3.1	PAMC conduisant à un critère unique de synthèse (Type 1)	8
3.1.3.2	PAMC de type ELECTRE (Type 2)	8
3.1.4	Possibilité de concevoir et de réaliser un logiciel permettant une aide à la décision en temps réel	8
3.2	Remarques finales	9
3.2.1	Rôle respectif de l'homme d'étude et des décideurs	9
3.2.1.1	Rôle de l'homme d'étude	9
3.2.1.2	Rôle des décideurs	9
3.2.2	A propos de la transparence	9
	Annexe 1 Les seuils de discrimination et divers types de critère	11
	Annexe 2 Les problématiques classiques en aide à la décision	13
	Bibliographie succincte	14

The interest of multicriteria methods for decision aid concerning investment in transport infrastructures

Abstract

In this paper, a synthetic comparison between multicriteria methodology and cost-benefit analysis is introduced. This comparison has been done in the field of surface transport system, but it can be generalized for a methodological point of view. In this particular field, certain difficulties appear when taking into account some external effects: noise, congestion, use of available space, accidents, ...

In the first section, we touch on certain basic concepts and principal ideas regarding decision aid based on a monocriterion and multicriteria approaches. In section 2, the basic differences between cost-benefit analysis and multicriteria approaches are discussed. In section 3, the key points are reviewed to evolve a methodology. We wish to point out that multicriteria method as well as the classical criteria used in cost-benefit analysis could be a very interesting support in the decision process.

Intérêt des méthodes multicritères pour l'aide à la décision concernant les investissements en matière d'infrastructures de transports

Résumé

L'objet de ce document est de présenter de façon synthétique une comparaison des méthodes multicritères et des méthodes coûts-avantages. Cette comparaison a une portée générale bien que conduite dans le cadre du choix des projets en matière d'infrastructures de transports terrestres. Dans ce domaine en particulier, des difficultés surgissent pour prendre en compte des effets externes tel que le bruit, la congestion, l'occupation de l'espace, les accidents, ...

Dans une première section, nous rappelons certains concepts de base et idées directrices sur l'aide à la décision et les approches monocritères et multicritères. Nous analysons ensuite, en section 2, quelques différences fondamentales entre la démarche coûts-avantages (CA) et la démarche multicritère (MC). En section 3, nous passons en revue les points-clés pour la mise au point d'une méthode. Nous attirons enfin l'attention sur le fait que les méthodes multicritères peuvent, en complément de critères classiques (TRI - VAN) issus des méthodes coûts-avantages, constituer un support et un outil très intéressant dans les processus décisionnels.

1 Généralités

1.1 Quel est l'objet de l'aide à la décision ?

- a. Les décisions dont il est question ici concernent le choix des projets en matière de transports terrestres.
- b. Rappelons que, dans l'article 14 de la loi d'orientation des transports intérieurs, les *"choix relatifs aux infrastructures, équipements et matériels de transports et donnant lieu à financement public, en totalité ou partiellement sont fondés sur l'efficacité économique et sociale"*. Leurs évaluations ne peuvent donc se réduire aux critères financiers et micro-économiques traditionnels.

1.2 Sur quoi fonder l'aide à la décision ?

La comparaison de ces projets doit évidemment prendre appui sur les conséquences qu'auraient entraîné leur mise à exécution.

1.2.1 Effets directs

- a. Les coûts d'investissement, les coûts d'exploitation.
- b. La variation d'accessibilité aux diverses activités pour la population concernée.
- c. Le trafic prévisible.
- d. Les gains de temps.

1.2.2 Effets indirects

- a. Les effets sur l'environnement (bruit, pollution, ...).
- b. La sécurité.
- c. Les effets structurants.
- d. L'impact sur la politique industrielle.
- e. La contribution à la résorption des grands déséquilibres.
- f. La consommation d'espace.

Pour guider l'aide à la décision, les projets envisagés doivent être évalués sur la base de ces conséquences à l'aide d'un ou plusieurs critères.

1.3 Qu'appelle-t-on un critère ?

- a. Un critère exprime, sur un axe de signification homogène lié à un point de vue, les préférences du décideur avec plus ou moins de précision. On peut faire intervenir:
 - soit une gamme étendue (voire la totalité) des conséquences qu'il faut alors valoriser dans une unité commune (monnaie, utilité, ...);
 - soit une seule ou une catégorie restreinte naturellement homogène.
- b. L'aide multicritère à la décision fait intervenir une famille cohérente de critères devant satisfaire des propriétés :
 - d'intelligibilité : favorisant la communication (*cf. Roy, 1985, chap. 10*) ;
 - de logique : exhaustivité, cohésion, non-redondance (*cf. Roy Bouyssou, 1993, chap. 2*).
- c. Chaque projet est caractérisé par un vecteur performances. L'évaluation d'un projet sur un critère est appelée performance.

1.4 Comment guider la décision ?

Il est habituel de distinguer deux types d'approches.

1.4.1 L'approche monocritère

- a. Tous les effets sont appréhendés dans une unité commune.
- b. Tous les projets sont valorisés sur un axe de signification unique (critère unique) choisi a priori.
- c. Cette approche fait intervenir des prix de référence et/ou des taux de substitution.
- d. Le critère rend les deux projets immédiatement comparables d'après leur performance respective.

1.4.2 L'approche multicritère

- a. Les performances de chaque projet s'expriment, pour chaque critère de la famille, dans une unité appropriée. Chaque catégorie restreinte des conséquences est ainsi prise en compte séparément en termes clairs.
- b. Les résultats de l'analyse des conséquences sont représentés dans un tableau des performances rassemblant les vecteurs-performances des différents projets.
- c. Les critères peuvent être en conflit. Deux projets ne sont donc plus toujours immédiatement comparables.
- d. Le problème de l'agrégation des performances consiste à savoir comment gérer l'hétérogénéité et le caractère conflictuel des critères.

2 Démarche coûts-avantages CA Démarche multicritère MC Quelques différences fondamentales

2.1 Objectifs de la démarche

CA Attribuer une valeur unique à chaque projet afin de les ranger du meilleur au moins bon.

- a. Cette valeur peut avoir un sens plus ou moins concret (bénéfice actualisé, taux de rentabilité interne, gain pour la collectivité).
- b. On postule l'existence d'une préférence collective dénuée d'ambiguïté et de contradiction que le critère coûts-avantages est censé refléter.
- c. On cherche ainsi à mettre en évidence une façon de ranger les projets qui se veut objective.

MC Caractériser chaque projet par un petit nombre de performances relatives à des familles homogènes de conséquences et asseoir aussi clairement que possible la comparaison de ces projets sur cette base.

- a. La famille cohérente de critères est un instrument de communication.
- b. Le processus de décision permet de concevoir, de transformer, de justifier les préférences.
- c. On distingue deux types d'agrégation des performances, celui du critère unique de synthèse [cf. 3.1.3.1] et celui du système relationnel de synthèse [cf. 3.1.3.2]. Dans les deux cas, on construit des conclusions robustes concernant le rangement des projets. Cela peut se faire en interaction avec un décideur ou un groupe de décideurs.

2.2 Monétarisation Quantification

CA / MC Quantifier = définir une unité telle que toutes les unités soient interchangeables et empilables. Gagner une unité sur un critère doit avoir le même impact quelle que soit l'évaluation initiale de ce critère (cf. Vansnick, 1990). Exemple : avec le critère d'accessibilité, ajouter un arrêt dans une zone donnée constitue-t-il un accroissement unitaire de même impact suivant si l'on passe de 1 à 2 ou de 4 à 5 arrêts ?

CA *Tous les effets doivent être quantifiés pour pouvoir être valorisés sur un axe unique.*

- a. La valorisation des différentes unités est souvent l'objet de contestation. Exemple : valorisation des gains de temps, des blessés, des morts, ...
- b. Les critères difficilement monétarisables sont peu ou pas pris en compte [cf. 1.2 Effets externes].
- c. Le critère coûts-avantages peut inciter à assimiler des écarts de performance à des écarts de préférence. Exemple : gagner 1 point sur le TRI a-t-il la même signification suivant que l'on passe de 10 à 11 ou de 20 à 21 ?

MC *En plus des échelles quantitatives, on peut définir des performances sur des échelles ordinales, faussement quantitatives.*

- a. Par échelle ordinale, on entend une succession discrète d'échelons clairement ordonnés du meilleur vers le moins bon. Exemple d'échelle ordinale pour un critère relatif à la résorption des grands déséquilibres : positif et de grande ampleur, positif et argumenté mais de faible ampleur, positif et argumenté mais peu significatif, neutre, ...
- b. Par faussement quantitatif, on entend les évaluations qui font intervenir des unités qui ne sont pas interchangeables telles que des accroissements de performance égaux ne reflètent pas des accroissements de satisfaction (exemple : nombre d'arrêts d'un mode lourd dans une zone donnée).

2.3 Pondération

CA / MC Etant donné deux projets il est généralement difficile de prétendre que l'un est meilleur que l'autre indépendamment de tout système de valeurs. Les poids, les taux de substitution, les monétarisations reflètent un système de valeurs.

CA *Ce problème est traité de manière particulière. La pondération est intégrée lors de la transformation dans une unité commune.*

MC *Le système de valeurs apparaît explicitement grâce aux poids, aux taux de substitution* et aux seuils de veto qui servent à arbitrer les conflits entre critères.*

*Si l'on dégrade pour l'action a la performance du critère j d'une unité, le taux de substitution du critère i par rapport au critère j est l'accroissement minimal sur le critère i pour parvenir à compenser cette dégradation d'une unité.

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> a. La valorisation monétaire des gains de temps ou des morts et blessés sont des exemples. b. La façon dont la valeur obtenue reflète le système de valeurs est opaque. c. Il est difficile de faire évoluer les préférences. En fait, on considère implicitement qu'elles pré-existent. Pour ces raisons, le critère coûts-avantages n'est pas un outil de communication qui permet de faire évoluer et converger les préférences. | <ul style="list-style-type: none"> a. La nature des poids et la façon dont ils interviennent dépendent du choix de la procédure d'agrégation. b. Le lien entre le résultat de l'analyse de robustesse et le système de valeurs est relativement transparent. c. Possibilité de faire varier les poids, les taux de substitution pour asseoir les convictions (analyse de robustesse). d. Sur la base du tableau des performances, des pondérations et des résultats, des débats peuvent être conduits de façon à faire évoluer les préférences. |
|---|---|

2.4 Prise en compte du caractère imparfait de l'information

Imprécision	Mesure imparfaite des conséquences.
Incertitude	Conséquences (futures) non déterminées, appréhendables ou non en probabilité.
Indétermination	Conséquences dont l'évaluation nécessite l'introduction de certaines grandeurs dont la définition pose problème, en ce sens qu'elle nécessite des hypothèses discutables empruntées d'une part d'arbitraire.

CA *La difficulté pour prendre en compte les imprécisions, les incertitudes et les indéterminations risque de faire dire aux chiffres plus de choses qu'ils ne peuvent et d'établir des conclusions dont le sérieux scientifique est illusoire.*

MC *Grâce aux seuils et à l'analyse de robustesse, on peut obtenir des conclusions qui peuvent être pauvres mais qui sont toujours bien argumentées.*

a. Possibilité d'introduire des distributions de probabilité et des espérances mathématiques d'utilité (cf. *Bell et al., 1977*).

b. On peut aussi refaire les calculs avec des jeux de valeurs variés en modifiant plusieurs facteurs en même temps. Mais cette procédure est lourde et c'est pourquoi on se contente d'étudier l'influence de quelques facteurs sur le rangement final.

a. On peut utiliser les probabilités pour définir certains critères - espérance d'utilité - (cf. *Keeney et Raiffa, 1976*). On peut de plus faire intervenir des seuils d'indifférence et de préférence sur des critères qui deviennent des pseudo-critères [cf. Annexe 1].

b. Dans le type d'agrégation avec système relationnel de synthèse, il est relativement facile d'envisager de multiples combinaisons de valeurs des paramètres mal connus pour procéder à une analyse de robustesse.

2.5 Problème de l'actualisation

CA / MC Les coûts d'un projet et plus encore ses avantages sont établis dans le temps. L'arbitrage entre les projets implique de prendre position sur la différence de valeur accordée à des gains selon qu'ils sont proches ou lointains. Même si l'on admet que les préférences sont bien définies et identifiées à l'instant du choix, faire une projection dans le temps pose problème (cf. *Kunsch, 1994*).

CA Lorsque toutes les conséquences sont évaluées en termes monétaires, il est courant d'utiliser un taux d'actualisation pour agréger les différents cash-flows. Ce mode opératoire évite souvent de poser les questions fondamentales, tant il est familier. Il reste néanmoins le point délicat du choix du taux d'actualisation.

MC Le taux d'actualisation peut être retenu pour les conséquences qui s'évaluent naturellement en termes financiers. Pour les autres conséquences, on peut soit utiliser d'autres modes d'agrégation, soit faire intervenir des critères spécifiques à horizon court et lointain.

3 Quelques aspects de l'aide multicritère à la décision

3.1 Quelques points-clés pour la mise au point d'une méthode

3.1.1 Définir une famille cohérente de critères

- a. Il faudra établir une famille de critères qui puisse s'appliquer à une gamme suffisamment large de projets. Selon le type de projet, on devra se limiter à une sous-famille pertinente.
- b. Cette famille devra être conçue de manière à compléter un critère de rentabilité en évitant d'intégrer certaines valorisations qui peuvent prêter à confusion. Il est important que la famille de critères prenne en compte toutes les conséquences pertinentes pour le problème et les exigences définies au 1.3 c.
- c. Pour chacun des critères, il faudra préciser :
 - l'axe de signification (dénomination des critères) ;
 - l'échelle (quantitative, faussement quantitative, ordinale) ;
 - la technique d'évaluation des performances (nature des données nécessaires et nature du traitement de ces données).

3.1.2 Préciser le mode de prise en compte des éléments d'incertitude, d'imprécision et d'indétermination

- a. Est-il justifié, pour des connaissances mal connues, d'introduire des probabilités ?
- b. Il faudra examiner, pour chacun des critères, l'opportunité d'introduire deux seuils (modèle général du pseudo-critère) ou seulement un seul et lequel (quasi-critère ou pré-critère) ou aucun (vrai critère) [cf. Annexe 1].
- c. Chaque seuil doit-il être constant, proportionnel à la performance ou affine ? On devra définir comment attribuer une valeur aux coefficients.

3.1.3 Choisir la procédure d'agrégation multicritère (PAMC)

Dans le processus d'agrégation, il est rare que tous les critères soient appelés à jouer le même rôle. Pour les différencier, on fait intervenir des coefficients d'importance [cf. 2.3 Pondération] et, éventuellement, des seuils de veto. Les seuils de veto dont il est question ici ne sont pas absolus car ils n'amènent pas à rejeter un projet ayant une performance trop mauvaise sur un critère. Ils sont relatifs et interviennent dans le mode de comparaison des projets.

Il est classique de distinguer deux types de PAMC (cf. *Roy Bouyssou, 1993, chap. 5 section 1*). Quelle que soit la procédure adoptée, il existe des méthodes qui aident à attribuer une valeur aux poids et seuils de veto (cf. *Mousseau, 1993*).

3.1.3.1 PAMC conduisant à un critère unique de synthèse (Type 1)

- a. Elle conduit à valoriser chaque projet sur une échelle de satisfaction ou d'utilité. Cette valeur agrège, en un chiffre unique, les performances sur les n critères retenus.
- b. Il est facile de tirer parti de cette valorisation pour l'aide à la décision, quelle que soit la problématique retenue [cf. Annexe 2].
- c. Il importe de préciser les conditions d'une analyse de robustesse.
- d. Soulignons que cette démarche est très différente de l'approche monocritère [cf. 1.4.1]. Une famille cohérente de critères a été mise en évidence. On ne fait pas très tôt un amalgame entre les conséquences reconnues par tous et leurs valorisations en une unité commune. Le critère unique de synthèse n'est établi qu'après avoir explicité un tableau des performances et des poids.
- e. Les procédures de ce type sont presque toutes compensatoires (cf. Roy Bouyssou, 1993 chap 4)

3.1.3.2 PAMC de type ELECTRE (Type 2)

Pour un exposé introductif aux méthode ELECTRE (cf. Schüring, 1985).

- a. Cette PAMC conduit à établir un ou plusieurs systèmes relationnels de synthèse basés sur des relations de surclassement. Un projet a surclasse un projet b lorsque compte tenu de leurs performances respectives, des poids et d'éventuels veto, on est en mesure d'argumenter que a est au moins aussi bon que b (ou au moins aussi prioritaire à b).
- b. Le concept de surclassement ne permet pas d'évacuer toute incomparabilité et ne garantit pas la transitivité des relations ainsi construites.
- c. Pour tirer parti de ce système relationnel, les différentes méthodes comportent, en plus de la procédure d'agrégation, une procédure d'exploitation. Celle-ci dépend de la problématique et de la nature du système relationnel construit [cf. Annexe 2].
- d. Il importe de décrire les conditions d'une analyse de robustesse.
- e. Les procédures de type 2 sont de nature non compensatoire.

3.1.4 Possibilité de concevoir et de réaliser un logiciel permettant une aide à la décision en temps réel

Pour trouver des exemples intéressant de logiciel (cf. Pomerol Barba-Roméro, 1994).

- a. Ce logiciel doit permettre une collaboration entre l'homme d'étude et les décideurs [cf. 2.1 MC b.].
- b. L'aspect "convivial" doit faciliter une familiarisation rapide avec le système ainsi qu'une utilisation simple de ses fonctions.

- c. Ce doit être un outil de communication pour faire évoluer les préférences des décideurs en les soumettant à l'analyse critique [cf. 2.3 MC]. Des convictions solides et une décision finale doivent pouvoir ainsi émerger.

3.2 Remarques finales

3.2.1 Rôle respectif de l'homme d'étude et des décideurs

3.2.1.1 Rôle de l'homme d'étude

- a. Il aide à définir le modèle sur lequel s'appuie l'aide à la décision [cf. 3.1].
- b. Il doit aider à construire le tableau des performances, les poids et les veto.
- c. Il peut assister les autres intervenants, qu'ils soient ou non décideurs, dans l'exploitation des éléments précédents, notamment la mise en oeuvre de la procédure d'élaboration des poids et de l'analyse de robustesse.
- d. Il doit mettre à jour les hypothèses sous-jacentes (volontaristes ou non) et doit déterminer et évaluer les principaux facteurs d'indétermination cohérents avec les hypothèses effectuées.

3.2.1.2 Rôle des décideurs

Rappelons que la décision est souvent le résultat d'interactions entre différents acteurs.

- a. Ils choisissent la famille de critères pertinente pour le problème.
- b. Ils choisissent la problématique la mieux adaptée.
- c. Ils définissent et arrêtent les conditions de l'analyse de robustesse.
- d. Ils utilisent le logiciel dans un processus interactif et, éventuellement, multidécideur afin d'arrêter une décision.

3.2.2 A propos de la transparence

- a. De même qu'avec les méthodes coûts-avantages certains aspects techniques restent opaques. Compte tenu de la complexité du problème et du processus de décision, il paraît illusoire de penser que les décideurs pourront obtenir une compréhension complète du travail effectué par l'homme d'étude et du traitement de l'information. L'opacité n'est pas aux mêmes endroits suivant les méthodes.

- b. Les méthodes coûts-avantages, par rapport aux méthodes multicritères, masquent plus facilement les conflits politiques, c'est-à-dire le système de valeurs. L'attribution d'une valeur à des projets afin d'en simplifier la comparaison entretient l'illusion d'un traitement scientifique des problèmes sociaux et politiques. En cela, ces méthodes escamotent la spécificité de ces projets.
- c. Une bonne compréhension du modèle de prise en compte des conséquences est essentielle. Elle permet de dissiper les malentendus dans la communication et d'éviter le piège des raisonnements illusoires. La construction de la famille de critères permet de mieux apprécier, au niveau de chaque axe de signification, les zones d'incertitude, d'imprécision, de mauvaise définition affectant les données du problème.
- d. Dans les méthodes multicritères, tous les détails ne sont pas forcément explicités. Cependant, l'existence du tableau des performances et des seuils constitue une bonne base de dialogue pour les acteurs.
- e. Dès lors que l'on reconnaît qu'il n'existe pas, dans l'absolu et en toute objectivité, une meilleure décision qui doit s'imposer comme telle à quiconque est doué d'intelligence pour comprendre, le processus adopté pour arrêter la décision acquiert de l'importance. Sa légitimité devient la clé qui ouvre la voie à des décisions acceptables et acceptées.

Les formes de rationalité traditionnelles (économiques, sociales et politiques) apparaissent, dans bien des contextes et dans bien des pays, comme insuffisantes pour conférer une légitimité à la décision. De plus, la multiplicité des acteurs dans le processus de décision ne doit pas restreindre l'apport et le rôle de chacun.

C'est pourquoi on peut penser que les décideurs devraient de plus en plus apprendre à composer avec une démocratie procédurale émergente (*cf. Banville et al., 1993*). Cela devrait les amener à se débarrasser de cette recherche souvent asphyxiante d'une certitude scientifique illusoire que nous avons hérité des processus analytiques traditionnels. Selon que la procédure est perçue comme légitime ou non, la décision pourra être considérée comme légitime ou non.

Annexe 1

Les seuils de discrimination et divers types de critère

Les seuils de discrimination permettent de prendre en compte le caractère imprécis, incertain et mal déterminé des conséquences. Ils visent à définir les cas dans lesquels la comparaison de deux projets a et b sur le critère considéré permet de conclure de façon probante : "le projet a est au moins aussi bon que le projet b ", "le projet a est meilleur que le projet b ".

La comparaison de deux projets a et b sur un critère g dépend de leur performance respective $g(a)$ et $g(b)$. Si cette différence est importante telle que $g(a) \gg g(b)$, l'affirmation a est strictement préféré à b ($a P_g b$) sur le critère g ne prête pas à contestation, malgré le caractère imparfait de l'information. Autrement dit, il existe des raisons claires et positives qui justifient une préférence significative en faveur du projet a . De même, si $g(a) = g(b)$, on est en droit de considérer qu'il y a indifférence entre le projet a et le projet b relativement au critère g ; on pose alors $a I_g b$.

En présence d'une différence de "faible" amplitude, il peut y avoir hésitation entre les deux possibilités évoquées ci-dessus de la préférence stricte et de l'indifférence. Il faut éviter d'accorder à de petits écarts de performance une précision illusoire, d'autant plus qu'ils sont généralement sources de désaccord entre les acteurs. Il est classique d'introduire deux seuils de discrimination pour modéliser les situations d'hésitation entre l'indifférence et la préférence stricte :

- l'un, noté q_g et appelé seuil d'indifférence, définit la limite supérieure de $g(a) - g(b)$ telle que cette différence reste non probante d'une préférence en faveur du projet a ;

- l'autre, noté p_g et appelé seuil de préférence stricte, définit la limite inférieure de $g(a) - g(b)$ au delà de laquelle cette différence reste probante d'une préférence stricte en faveur de a .

Si $q_g < g(a) - g(b) \leq p_g$, on considère que l'on est dans une situation où le projet b n'est pas sûrement plus attractif que le projet a mais qu'il n'existe pas de raisons suffisamment probantes d'une indifférence entre les deux projets. Il y a hésitation entre $a I_g b$ et $a P_g b$ et on parle alors de préférence faible notée $a Q_g b$. L'homme d'étude recommandera de considérer le projet a comme faiblement préféré à b .

Cela ne signifie pas que l'intensité de la préférence du projet a sur le projet b est faible mais que cette préférence ne peut être établie avec suffisamment de sécurité.

On a donc ainsi mis en évidence les zones d'indifférence, de préférence faible et de préférence stricte permettant de statuer lorsque $g(a) \geq g(b)$.

Dans tout ce qui précède, on a implicitement admis que les deux seuils étaient constants. Ils peuvent aussi être variables en fonction des performances, c'est-à-dire de la

place de l'intervalle $[g(b) ; g(a)]$ sur l'échelle du critère. Lorsque l'on utilise des seuils variables, on peut les définir :

- soit à partir de la plus mauvaise performance : on parle alors de **seuils directs** ;
- soit à partir de la meilleure performance : on parle alors de **seuils inverses**.

Dans tous les cas, on a $0 \leq q_g(a) \leq p_g(b)$. On se limite aux seuils de la forme $\alpha g(a) + \beta$ avec comme cas particuliers :

- $\alpha = 0$: seuils constants ;
- $\beta = 0$: seuils proportionnels.

Un critère g auquel on associe les deux seuils p_g et q_g pour caractériser les zones de préférence et d'indifférence est appelé **pseudo-critère**. Il conduit au modèle de préférence suivant si on utilise des seuils directs :

Pour tout projet a et b	$a P_g b \Leftrightarrow g(a) > g(b) + p_g(g(b))$ $a Q_g b \Leftrightarrow g(b) + p_g(g(b)) \geq g(a) > g(b) + q_g(g(b))$ $a I_g b \Leftrightarrow \begin{cases} g(b) + q_g(g(b)) \geq g(a) \\ g(a) + q_g(g(a)) \geq g(b) \end{cases}$
----------------------------	--

On distingue trois cas particuliers importants suivant les valeurs prises par les seuils:

- si $q_g = 0$, on parle alors de **pré-critère** ;
- si $p_g = q_g$, on parle alors de **quasi-critère** et la situation de préférence faible est exclue ;
- si $q_g = p_g = 0$, on est en présence du modèle du **vrai-critère** doté d'un pouvoir discriminant absolu.

Donner une valeur aux deux seuils n'est pas toujours une tâche aisée. Néanmoins, toute valeur raisonnable non nulle pour p_g et q_g conduit à un modèle de préférence qui semble plus probant que celui du vrai critère qui s'adapte mal aux situations réelles où l'on est en présence de phénomènes d'imprécision, d'incertitude et de mauvaise détermination des conséquences.

Il existe différentes méthodes pour savoir si les seuils doivent être constants ou variables et quelles valeurs leur attribuer (*cf. Roy, 1985, chap. 9*).

Annexe 2

Les problématiques classiques en aide à la décision

Comment l'usage de modèles formalisés et de logiciels doit-il être envisagé pour éclairer la décision ? Comment l'homme d'étude doit-il orienter l'investigation dans l'ensemble des projets ? Pour répondre à ces questions, il est utile de situer le problème par rapport à quatre problématiques de référence. La problématique est la manière d'appréhender un problème pour aider le ou les décideurs. Relativement à une phase d'étude, la problématique adoptée peut correspondre soit à l'une des quatre problématiques de référence, soit à une combinaison, soit enfin à une problématique mixte (cf. Roy, 1985, chap. 6 section 2).

La problématique de la description P_g : aider à décrire les différents projets et leurs conséquences de façon systématique et formalisée.

On se limite à évaluer les projets sur une famille de critères. On définit donc les critères, le tableau des performances et les seuils. Il n'y a pas d'agrégation des performances. Il s'agit d'avantage de formuler les données du problème que de les exploiter.

La problématique du choix P_g : aider à choisir un meilleur projet ou à élaborer une procédure de sélection.

Elle n'est pertinente que si les projets sont mutuellement exclusifs. Elle consiste à adopter une procédure de sélection, plus modeste mais plus réaliste que l'optimisation, orientée vers la mise en évidence d'un sous-ensemble de projets aussi restreint que possible en vue du choix du meilleur ou, à défaut, des projets satisfaisants. Dans le second cas, on considère que, sans arbitraire et sans information additionnelle, il n'est pas dans tous les cas possibles de mettre en évidence un projet optimal.

La problématique du tri P_g : aider à trier les projets d'après des normes ou à élaborer une procédure d'affectation à des catégories pré-définies.

Elle reprend l'idée de l'examen. Les projets ne sont pas comparés deux à deux mais par rapport à des normes. Le problème technique est d'affecter chaque projet à une seule des catégories en fonction de normes portant sur la valeur intrinsèque de chaque projet.

Les catégories considérées peuvent être définies en vue de recevoir les projets :

- prioritaires et pleinement justifiés ;
- non prioritaires mais présentant un réel intérêt ;
- non prioritaires et ayant de mauvaises performances sur certains critères ;
- non justifiés car non rentables.

La problématique du rangement P_g : aider à ranger les projets selon un ordre de préférence décroissante ou à élaborer une procédure de classement.

Elle reprend l'idée de concours sans obliger à un classement de tous les projets entre eux (il peut exister des incomparabilités).

Bibliographie succincte

- Arrow K.J., Raynaud H., (1986), *Social choice and multicriterion decision making*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Banville C., Landry M., Martel J.M., Boulaire C., (1993), "A Stakeholder's Approach to MCDA", CRAEDO, Faculté des sciences de l'administration de l'université Laval, Québec, Canada.
- Bell D.E., Keeney R.L., Raiffa H. (eds), (1977), *Conflicting objectives in decisions*, Wiley, New York.
- Goicoechea A., Hansen D.R., Duckstein L., (1981), *Multiobjective decision analysis with engineering and business applications*, Wiley, New York.
- Keeney R.L., Raiffa H., (1976), *Decisions with multiple objectives - Preferences and value trade-offs*, John Wiley and Sons, New-York.
- Kunsch P.L., (1994), Environnement, social choices and intergenerational equity, in M. Paruccini (ed.), *Applying Multiple Criteria Aid for Decision to Environmental Management*, Kluwer, Dordrecht, 199-211.
- Maystre J.Y., Pictet J., Simos J., (1994), *Méthodes multicritères ELECTRE : Description, conseils et cas d'application à la gestion environnementale*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- Mousseau V., (1993), "Problèmes liés à l'évaluation de l'importance en aide multicritère à la décision : Réflexions théoriques et expérimentations", Thèse, Université Paris-Dauphine.
- Nijkamp P., Spronk J., (1981), *Multicriteria analysis : Operational methods*, Gower, Aldershot.
- Pomerol J.C., Barba-Romero S., (1994), *Choix multicritère dans l'entreprise : Principes et pratique*, Hermès, Paris.
- Roy B., (1985), *Méthodologie multicritères d'aide à la décision*, Economica, Paris.
- Roy B., Bouyssou D., (1993), *Aide multicritère à la décision : Méthodes et cas*, Economica, Paris.
- Schärlig A., (1985), *Décider sur plusieurs critères : Panorama de l'aide à la décision multicritère*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- Simos J., (1990), *Evaluer l'impact sur l'environnement*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- Vansnick J.C., (1990), Measurement theory and decision aid, in Carlos A. Bana e Costa (ed.), *Readings in multiple criteria decision aid*, Springer-Verlag, Berlin, 81-100.
- Vincke Ph., (1989), *L'aide multicritère à la décision*, Edition Ellipses (France) et Editions de l'Université de Bruxelles (Belgique).
- Zoller H.G., Beguin H., (1992), *Aide à la décision : L'évaluation des projets d'aménagements*, Economica, Paris.